



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

Gölliez, H

Chemin de fer de la Jungfrau.

1430 0371

625
626

Handell House

144

CHEMIN DE FER DE LA JUNGFRAU

Concession: GUYER-ZELLER

RÉSUMÉ DES ÉTUDES GÉOLOGIQUES DU TRACÉ

ET DES CONDITIONS QUI EN DÉCOULENT

PAR

H. GOLLIEZ,

géologue conseil,
professeur à l'Université de Lausanne,
membre de la commission d'étude et de contrôle
du Chemin de fer de la Jungfrau.

Cette étude est accompagnée d'une carte et de 7 planches.

ZURICH

Imprimerie Zurcher & Furrer

1896.

589424

Y9A98U1 080714 1

PRÉFACE.

Les quelques pages qui suivent sont le *résumé succinct* des études que nous avons faites au sujet du chemin de fer projeté de la JUNGFRAU. Les documents qui ont servi de base à ces travaux sont les diverses publications sur la région de l'Oberland bernois par B. STUDER, A. BALZER, E. de FELLENBERG, C. MOESCH, ainsi que nos propres recherches sur le terrain en 1893, 94, 95. Les travaux de 1895 ont eu surtout pour but l'étude du tracé de l'avant projet de M. GUYER-ZELLER.

La ligne du chemin de fer de la Jungfrau, qui se présente essentiellement sous la forme d'un tunnel de plus de 10 km de longueur, offre, au point de vue des conditions de travail dans lesquelles le technicien se trouvera placé, un aspect curieux quant aux données scientifiques qui lui serviront de base.

Ailleurs dans les grands tunnels la température est trop haute, ici elle est trop basse, ailleurs l'air est très humide, ici il est très sec, ailleurs les travaux sont gênés par l'abondance d'eau, ici il n'y en aura pas assez. C'est donc presque au rebours des autres problèmes que se présentent ceux qui vont nous occuper.

On se pénétrera cependant par la lecture de ce résumé de nos études que le chemin de fer de la Jungfrau

est possible, que les difficultés qu'il présente ne sont pas au-dessus des moyens que l'industrie moderne a à sa disposition.

•

Dans ce qui va suivre nous ne perdrons pas de vue que nous avons à nous occuper du côté pratique de la question et que toute discussion théorique ne présentant qu'un intérêt académique doit être soigneusement écartée.



CHAPITRE I.

Les terrains et leur nature.

Il ne saurait être question ici d'autres terrains que ceux qui entrent en jeu dans la construction de la voie. Dans ce cas nous n'avons à nous occuper que de trois complexes très nettement définis.

1^o le complexe des schistes argileux noirs noduleux.

2^o le complexe dit du Hochgebirgskalk.

3^o le complexe des schistes cristallins.

Voyons de plus près chacun d'eux.

A. *Complexe des schistes argileux noirs noduleux.* Ce terrain, d'une grande puissance, dans la chaîne des Scheidegg est formé de schistes très lamelleux, argileux, de couleur noir de graphite. Très friables ils se laissent aisément détacher en plaques qui sur la cassure ont un aspect un peu gréseux. Les lits du schiste sont très satinés par les nombreuses lamelles de mica qui s'y sont développées: on pourrait appeler ces couches des *schistes luisants*. A chaque instant on trouve en outre inclus dans les couches, des nodules en rognons de matière calcaire ou siliceuse, de la grosseur du poing. Ce sont ces raisons qui nous les ont fait appeler des schistes argileux noirs noduleux. Les quelques rares fossiles qu'on y trouve (¹), ainsi également que le raccorde-

(¹) Entr' autre *Ludwigia Murchisonae*, trouvée par Moesch et souvent par moi.

ment de ce complexe avec son analogue plus fossilifère des Alpes bernoises occidentales et des Alpes vaudoises font attribuer ces schistes au DOGGER INFÉRIEUR ou LIAS SUPÉRIEUR (aalénien).

On trouve ce terrain dans la chaîne qui nous occupe, tout le long de la ligne du chemin de fer depuis WENGEN à la PETITE SCHEIDEGG et jusqu'à GRINDELWALD. Par ci par là, à travers ces schistes, percent des bancs peu épais de calcaire gris compacte qui sont du HOCHGEBIRGSKALK sous-jacent.

B. *Complexe des calcaires dit du Hochgebirgskalk.* D'après B. STUDER on désigne sous le nom de (HOCHGEBIRGSKALK) un ensemble de calcaires en bancs de diverses épaisseurs, d'aspect marbreux, soit de texture semi-cristalline; cet ensemble de bancs calcaires domine dans les Hautes Alpes bernoises et c'est surtout à l'occasion de la chaîne „EIGER, MÖNCH, JUNGFRAU“ que fut créé cette appellation. Ce Hochgebirgskalk a été à la suite de STUDER, attribué par presque tous les géologues au Malm soit au Jurassique supérieur. Il est possible d'avoir à ce sujet d'autres opinions tout aussi fondées.

Ce que nous retiendrons, c'est la remarquable homogénéité de ce complexe, et son énorme épaisseur. Du haut au bas de cet ensemble, en effet, on ne rencontre ici que des calcaires durs, subcristallins, en bancs épais de plusieurs mètres, ou si non en plaquettes difficiles à séparer. Le plus souvent ces calcaires sont gris clair, quelquefois plus foncés, même noirâtres. Ils peuvent aussi bien s'appeler des marbres et quelquefois même ce sont de beaux marbres blancs ou roses ou verdâtres ou noirs. Nous avons pris l'habitude de les appeler des calcaires „*marmorescents*“ afin d'indiquer mieux leur

nature particulière; on les appellerait dans le Jura du „marbre bâtard“. Nous avons insisté non seulement sur l'homogénéité mais aussi sur la puissance de ce complexe. En effet on en peut juger au premier coup d'œil par les énormes remparts calcaires de la chaîne Eiger-Jungfrau. L'Eiger lui-même, de sa base (au col de la Scheidegg) jusqu'au sommet est en entier formé de ce Hochgebirgskalk, c'est-à-dire que ces calcaires vont de la cote de 2300 mètres à la cote 3695 sans interruption. Il y a donc un massif de 1300 mètres composé exclusivement de ces marbres.

Je ne saurais, sous peine d'être taxé de négligence, passer sous silence les intercallations de schistes et de grès qui se trouvent quelquefois dans le Hochgebirgskalk. On les connaît par l'œuvre de M. BALZER dans ses profils de la Jungfrau. Comme nous ne traitons ici que ce qui intéresse la voie ferrée projetée de la Jungfrau, nous pouvons laisser de côté ces intercallations qui ne sont connues qu'entre la Jungfrau et le Roththal, c'est-à-dire tout-à-fait en dehors du tracé. Il n'en a jamais été signalé ici dans l'Eiger, ni sous le Mönch et la Jungfrau, aux altitudes où passent nos tunnels, et je n'en ai pas vu à cette place.

C. *Le complexe des schistes cristallins.* Les sommets du Mönch et de la Jungfrau sont formés de roches cristallines. Elles sont désignées comme *gneiss* en général. On pourrait discuter ce terme si facilement employé par les géologues de nos Alpes, nous l'employerons cependant tel quel.

Ce complexe est formé par la série typique des roches cristallines que nous appelons roches de la première zone cristalline alpine. C'est un ensemble de schistes métamorphiques micacés semblable à ce que

nous trouvons à l'entrée du Valais, à l'entrée du Hasli, à l'entrée de la vallée de la Reuss et qu'on trouve ici à l'entrée des vallées de Stechelberg et des deux Glaciers de Grindelwald. Ces schistes micacés sont paléozoïques et représentent des sédiments puissamment métamorphiques traversés de part en part et lit par lit par des filons de granite. Quelquefois ces filons sont de fort grande épaisseur: dix à vingt mètres, d'autre fois moins, d'autre fois enfin ils sont pour ainsi dire infiltrés lit par lit entre les lames des micaschistes et constituent des gneiss. L'influence des roches encaissantes sur les magmas granitiques s'est traduite par des formations abondantes de biotite ou d'amphibole ou de séricite dont la variabilité est extrême. Cet ensemble mérite donc bien le nom que les géologues de l'école moderne lui ont donné de „*schistes granitisés*“. Nous ne voulons pas nous étendre ici sur de longues analyses scientifiques. Ce qui importe pour notre projet, c'est la valeur de ces substances au point de vue constructif.

Je crois cet ensemble favorable aux travaux de construction. Il y aura des parties gneissiques et granitiques très nombreuses et qui sont bonnes, tandis que de temps à autre on rencontrera des intercallations très schisteuses qui mériteront une plus grande attention et qu'on pourra revêtir en maçonnerie.

CHAPITRE II.

Valeur des terrains pour la construction.

Nous partons ici du point de vue que sur un tunnel d'une aussi grande longueur que celui du chemin de fer de la Jungfrau, il y aura un avantage à travailler de façon à éviter les maçonneries et cela à cause du coût très élevé qu'elles ne pourraient manquer d'occasionner étant donné les conditions ou elles doivent être faites ;

- 1^o le transport des matériaux de construction sera cher,
- 2^o le manque d'eau dans le tunnel sera une augmentation de coût,
- 3^o enfin les basses températures auxquelles il faudra travailler exigeront des conditions spéciales de travail et des ciments spéciaux qui contribueront au renchérissement des maçonneries.

Si donc plus loin j'avance qu'on pourra se passer de revêtir en maçonneries telles ou telles roches, cela suppose d'autre part que les explosifs dont on se servira ne seront pas trop brisants ou même le seront aussi peu que possible, car il n'est presque pas de roche qui, dans ces tunnels, résisterait sans maçonneries après avoir été brisée par des explosifs forts.

Cette remarque est faite ici une fois pour toute et l'auteur y rend spécialement attentif.

A. Schistes noirs noduleux. Les travaux qui se feront dans ces schistes sont tous à air libre par conséquent ils n'entrent pas ici en considération. Ces travaux ressembleront à ceux du chemin de fer Lauterbrunnen-Scheidegg-Grindelwald.

B. Calcaires du Hochgebirgskalk. Le tunnel prévu, à son portail nord, soit aval, entre dans ces calcaires au km 2 et s'y maintient ensuite jusqu'après le km 10, c'est la majeure partie du tracé.

Donc il importe avant tout de connaître les caractères de désagrégation de ce complexe. Or nous pouvons dire hardiment que ces marbres sont du nombre des roches les plus résistantes à la désagrégation que nous ayons dans nos Alpes. Les preuves que nous en avons sur nature, ainsi que celles de laboratoire, sont à cet égard des plus concluantes. En voici quelques unes: dans la région de l'Eiger, partout où règne le Hochgebirgskalk, on admire des parois si abruptes et si raides que la neige même a de la peine à y adhérer. Le pied de ces parois est très peu couvert d'éboulis ce qui prouve bien avec quelle résistance ces parois de marbre supportent les gels et les dégels de la mauvaise saison. Au près de Lauterbrunnen, la grande paroi majestueuse d'où tombe le Staubbach est faite de Hochgebirgskalk; son pied est si peu encombré de débris que les paysans de cette vallée cultivent leurs champs même jusqu'à la paroi. Les célèbres gorges de l'Aar sont taillées dans ces mêmes calcaires, or les rigueurs du climat ne réussissent presque pas à les attaquer et les surfaces des rochers ont conservé telles quelles les formes de l'érosion primitive. Pour qui connaît les phénomènes de désagrégation si extraordinairement puissants de nos climats alpins, de telles constatations

sont pour cette roche un brevet de résistance auquel on peut accorder un large crédit. Il n'est pas surprenant que les expériences de laboratoire soient en accord avec de telles observations. Les essais de désagrégation que j'ai pratiqués sur des échantillons de ces roches par les divers procédés dont on use, entr'autre celui de Delesse, n'ont montré aucune trace de gélivité dans ces calcaires. Il y a ainsi tout lieu de croire que les travaux du tunnel se feront dans de très bonnes conditions et qu'en outre il sera inutile de revêtir le tunnel d'un parement de maçonnerie. Les effritements de la roche ne se produisant pas ou du moins très rarement, il n'y aura pas à redouter que des blocs se détachent brusquement et une simple surveillance suffira à assurer la sécurité de la ligne.

Je tiens à citer à l'appui de ma manière de voir que dans le Jura les tunnels qu'on a fait ont montré que les calcaires marmoréens du Séquanien coralligène n'ont pas eu besoin de revêtement de maçonnerie et il y a longtemps que l'expérience est faite. Or on peut en quelque façon comparer ces calcaires, comme résistance, à ceux en question ici. D'autre part un tunnel près de Zermatt est situé dans des calcaires fort semblables au Hochgebirgskalk, mais plus phylliteux, il a parfaitement résisté aux intempéries jusqu'ici bien qu'il ne soit pas revêtu.

C. *Schistes cristallins et gneiss*. Quoique moins homogènes que les calcaires précédents les roches cristallines en présence desquelles nous sommes, offrent une assez grande résistance pour pouvoir tenter de ne pas les revêtir de maçonneries. Cela sera particulièrement le cas là où l'on aura à faire à des gneiss en bancs d'une certaine épaisseur comme cela arrivera fréquem-

ment. Toutefois il sera, par contre, prudent de maçonner partout où l'on rencontrera des masses plus feuilletées, plus schisteuses. Il est impossible de préciser les endroits ici, ce sera à voir au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Ce qu'on peut assurer ici avec certitude c'est que les endroits à protéger ainsi ne seront pas nombreux et que cela ne représentera pas une portion bien importante du tracé.

D. Considérations générales sur la désagrégation dans le tunnel. Enfin il y a lieu de tenir compte d'un phénomène très important ici et qui change en les adoucissant les conditions de résistance à la désagrégation, ce phénomène c'est celui de la température de la roche au sujet duquel nous présenterons plus loin une étude plus approfondie. La désagrégation est avant tout le fruit des variations de la température de la roche; or ici, à part une couche superficielle de bien faible épaisseur, le reste des roches du tunnel se maintiendra habituellement à un état de température presque fixe surtout si on sait éviter en grande partie du moins les courants d'air qui se feront dans la mauvaise saison durant laquelle on n'exploitera pas la ligne. Nous renvoyons pour les détails à l'étude qui en est faite dans un chapitre ultérieur, mais nous tenions à insister ici même sur le fait très capital que, si d'une part nous avons à faire à des roches dont la solidité nous est déjà une garantie, cette sécurité est accrue encore par les influences très adoucies des agents désagrégateurs.

CHAPITRE III.

Structure géologique de la chaîne.

Nous donnons une série de profils en travers dans lesquels ressort la simplicité relative de la construction géologique de la chaîne. Où qu'on la prenne, elle est composée d'un grand synclinal couché de Hochgebirgskalk surmonté par les coupoles gneissiques du Mönch-Jungfrau, et s'enfonçant en avant, au pied de la chaîne bernoise, sous les schistes noirs.

Au point de vue théorique ce sont des relations difficiles à comprendre. Au point de vue technique, qui seul nous occupe ici, ces difficultés n'ont aucune valeur.

Le synclinal couché se termine vers le versant valaisan par une langue pointue très tourmentée ondulante, tantôt épaisse, tantôt mince, tantôt haute, tantôt basse. Elle n'a pas une grande persistance d'allure.

La série des profils annexés à ce travail montre la forme du pli autant qu'on peut le faire pour cette région très tourmentée. C'est pour cette raison d'irrégularité qu'il est impossible de dire avec exactitude, quelle portion du tracé situé entre le col de l'Eiger et celui de la Jungfrau, sera dans le calcaire ou dans les gneiss. La ligne quittera l'un pour entrer dans l'autre, reviendra dans les schistes, rentrera dans le calcaire suivant les caprices du pli.

Le profil en long de la ligne étant tantôt longitu-

dinal, tantôt transversal au pli il est difficile d'y rendre cette ondulation du pli.

A partir du col de la Jungfrau la langue du synclinal se tient au N-E du passage de notre ligne, aussi le tunnel sera-t-il complètement dans les gneiss.

CHAPITRE IV.

Examen des divers parties du tracé.

Le tracé primitif de la concession a été un peu modifié au cours de nos études de l'été 1895. Jusqu'au km 7 il reste le même. De là il se dirige contre le col dit Ober-Mönch-Joch, où la station Mönch se trouve transportée, dans l'éperon rocheux du Mönchjoch. Elle s'y trouve au km 8,1—8,2 à la cote 3660 m. De là le tracé se dirige vers l'ancienne station Mönch et rejoint le tracé ancien qui se continue tel qu'auparavant. Ce nouveau tracé est de 400 m plus long que le précédent. Il a été choisi en raison des avantages exceptionnels de la nouvelle station Mönch, ce qu'on verra plus loin.

Les indications kilométriques que nous donnons ici se rapportent au tracé définitif tel que la commission l'a adopté. La nouvelle station Mönch est au km 8,1, l'ancienne tombe au km 9 et ainsi de suite.

Du km 0 au km 2. — De la station Petite Scheidegg à la station Eigergletscher. — Ce parcours est à air libre et s'effectue en majeure partie dans les schistes

argileux noirs, jusqu'auprès de la deuxième station. Rien de particulier sur ce tracé.

Du km 2 au km 5,6. — De la station Eigergletscher à la station Eiger. — Un peu après le km 2 la voie entre en tunnel, monte sous le Mittelelgletscher, continue sous l'Eiger, traverse sur le flanc E-S-E et va au pied S-E de la paroi du col de l'Eiger sortir à la station Eiger. Durant tout ce trajet la voie est dans les calcaires-marbres et dans d'excellentes conditions. Nous verrons plus loin au point de vue de la température qu'elle traverse trois points intéressants dont nous discuterons l'effet. Les profils en travers de la Planche II nous montrent que la voie longe d'abord la paroi de l'Eiger bien près de la surface et ne commence à s'enfoncer qu'à partir du km 4, pour s'en rapprocher de nouveau entre les km 5,3 et 5,6 où elle sort.

Du km 5,6 au km 8. — De la Station Eiger à la station Mönch. — Le tunnel passe sous l'arrête de l'Eigerjoch, puis dès le km. 7 longe le pied de la pyramide du Mönch sous les glaciers et vient dans l'éperon rocheux de l'Ober-Mönchjoch. Jusqu'aux environs du km 7 le tunnel reste dans le calcaire; de là il entrera dans cette région indécise où le tunnel coupera tantôt dans le calcaire, tantôt dans les schistes cristallins. Au km 8 le tracé est dans les calcaires.

Les bancs sont presque horizontaux sur la plupart du trajet.

Du km 8 au km 10,2. — De la Station Mönch à la station Jungfrauoch. — Même caractère de la ligne qui sera alternativement dans le calcaire ou dans les schistes cristallins; à partir du km 9, surtout des schistes cristallins.

Du km 10,2 au km 12,710. — De la station Jungfraujoch à la station Jungfrau. — En majeure partie gneiss, et dès le km 10,7 plus rien que des schistes cristallins et des gneiss jusqu'au sommet de la Jungfrau.

Le contact entre le calcaire et les schistes cristallins ne peut offrir de dangers spéciaux. Les bancs du contact sont le plus souvent résistants et épais; le calcaire est en plaquettes qui à la surface du sol se disloquent mais dans l'intérieur doivent constituer une masse résistante. Quant aux schistes cristallins ils sont divers, ce que j'ai vu de plus fréquent était dans de bonnes conditions de résistance.

CHAPITRE V.

Neige et glacier.

J'ai discuté ailleurs abondamment cette question; il n'y a ici pour les spécialistes auxquels s'adresse cette brochure que deux points à retenir.

Le passage entre le km 7 et 7,7 du nouveau tracé devra être assez enfoncé contre le Mönch pour être sûr de se maintenir au-dessous des glaces dont l'épaisseur en ce point ne sera pas moindre de 100 à 120 m.

Au col de la Jungfrau entre les km. 10 et 10,6 (nouveau tracé) des sondages seront faits pour connaître la profondeur à laquelle le profil du roc descend. On peut admettre aujourd'hui qu'une profondeur de 80—90 m sera suffisante.

Au sommet de la Jungfrau l'ascenseur sort sur une plateforme rocheuse qui actuellement est couverte de très peu de neige. Les fondations de l'observatoire du sommet pourront donc être faites en plein roc.

CHAPITRE VI.

Température du roc du tunnel.

Notre étude souffrirait d'une grosse lacune si nous négligions de nous occuper des conditions de la température du tunnel et c'est ici le lieu ou jamais d'y accorder quelque attention. Les éléments qu'il faut connaître pour établir les températures probables sont :

1. les températures de l'air : moyenne annuelle,
2. la profondeur de la couche à température constante,
3. le degré géothermique à appliquer dans la région où l'on se trouve.

Ces éléments ne sont pas connus par des observations directes, mais ils peuvent se déduire avec une assez grande approximation par diverses méthodes que nous allons énumérer tout d'abord.

A. *Températures de l'air (moyennes annuelles).* —

Nous devons pour cette évaluation partir d'une température connue et appliquer la loi de la décroissance avec l'altitude. La météorologie nous a appris que pour qu'il ait une diminution de température de 1°, dans les Alpes, il faut s'élever :

pendant l'hiver	de 222 m
" le printemps	de 149 m
" l'été	de 143 m
" l'automne	de 188 m
soit en moyenne	de 170 m

C'est le chiffre de 170 m que nous avons appliqué pour obtenir nos températures externes.

Quant à la température connue prise comme point de départ, nous avons cherché à la prendre à une altitude aussi élevée que possible pour diminuer les chances d'erreur en lui appliquant la loi de décroissance. D'autre part nous avons voulu avoir une température qui fut contrôlée par un grand nombre d'observations, c'est ainsi que nous avons été amené à choisir la température du St-Bernard à l'altitude de 2478 m et qui dispose d'une série d'observations de 27 ans dont la moyenne annuelle est de $-1,76^{\circ}\text{C}$.

Le St-Bernard peut nous permettre de calculer même la température moyenne probable par mois. On arriverait pour la Jungfrau par exemple aux résultats suivants.

	<i>St-Bernard</i> altitude 2478 m	<i>Jungfrau</i> altitude 4166 m	
Hiver	{ Janvier	$-9,1^{\circ}$ centigr.	$-16,1^{\circ}$
	{ Février	$-9,4^{\circ}$ "	$-16,4^{\circ}$
	{ Mars	$-7,3^{\circ}$ "	$-14,9^{\circ}$
Printemps	{ Avril	$-3,3^{\circ}$ "	$-14,3^{\circ}$
	{ Mai	$+0,5^{\circ}$ "	$-10,8^{\circ}$
Eté	{ Juin	$+4,0^{\circ}$ "	$-7,0^{\circ}$
	{ Juillet	$+6,1^{\circ}$ "	$-5,0^{\circ}$
	{ Août	$+6,0^{\circ}$ "	$-5,0^{\circ}$

Automne	{	Septembre	+ 3,3°	centigr.	— 5,0°	}	Automne
		Octobre	+ 0,5°	"	— 9,0°		
Hiver	{	Novembre	— 5,2°	"	— 13,2°	}	Hiver
		Décembre	— 7,2°	"	— 14,6°		
		Moyenne	— 1,76°	centigr.	— 12,2°		

La moyenne de la Jungfrau — 12,2° est celle que nous avons prise sur les 12 mois, lesquels ont eu à leur tour leur moyenne calculée par la loi de décroissance des diverses saisons. Si l'on évalue la température moyenne de la Jungfrau par la décroissance moyenne de 170 m on arrive à — 11,9° ce qui est voisin des chiffres — 12,2° obtenus plus haut.

Enfin remarquons que la température moyenne des 3 mois d'été Juin, Juillet, Août est pour la Jungfrau de — 5,8° et, si on y ajoute Septembre, de — 5,5°. Ces chiffres se rapprochent de ceux donnés par Mr. Vallot pour le Mont Blanc où la température d'été oscille entre — 5 et — 6. Le Mont Blanc est un peu moins froid que la Jungfrau étant dans une région plus sèche.

Je m'empresse d'ajouter que ces températures seront sans influence sur le touriste à cause des phénomènes d'insolation, j'en dirai deux mots plus loin.

On trouvera dans le tableau de la planche IV la température moyenne annuelle calculée pour les divers points intéressants du profil en long, pour ce que nous avons appelé dans le même tableau: les cotes du terrain. On y trouve encore la température moyenne des trois mois d'été qui seront les mois d'exploitation. Ceci pour rassurer le touriste sur la

température qu'il est appelé à rencontrer, mais aussi et surtout pour chercher à évaluer ensuite quelles seront les conditions probables de la ventilation des tunnels, entre les stations, ce que nous traiterons plus tard. Nous avons résumé dans notre planche IV les températures de l'air en des courbes à traits noirs; la courbe pleine indiquant la température moyenne annuelle, la courbe pointillée indiquant la moyenne estivale.

B. Profondeur de la couche à température constante.

On sait que la couche superficielle du sol participe aux variations annuelles de température de l'air, mais que cette couche est d'une épaisseur relativement faible. Chez nous dans la plaine suisse cette épaisseur est de 6 à 10 m. Nous ne savons pas ce qui en est des conditions de la haute montagne, mais on a assimilé tant de fois déjà et avec raison ces régions aux contrées septentrionales que nous pourrions peut-être en faire autant ici. Dans ce cas nous pouvons admettre que la couche à température fixe est au voisinage très prochain du sol, vers 4 m peut-être.

Une autre question se pose encore ici. La neige et la glace doivent-elles être considérées dans leur action géothermique comme le sol? Il semblerait au premier abord qu'il doive y avoir une petite différence parce que ces matériaux ne peuvent s'échauffer au-dessus de 0 et par conséquent ne concentrent pas en eux de la chaleur solaire transmise plus bas. A cet égard les forages si habilement dirigés au sommet du Mont Blanc par Mr. l'ingénieur Imfeld vont nous renseigner. Mr. Vallot a fait prendre la température de la glace, durant l'avancement de la galerie, et voici le relevé de son tableau des observations de 1891.

<i>Température de la glace.</i>	<i>Hauteur verticale du sol sur la galerie.</i>
— 13,4° centigrades	3,6 m
— 15,0° " "	5,6 m
— 16,0° " "	7,6 m
— 16,2° " "	9,6 m
— 16,3° " "	11,6 m
— 16,5° " "	13,6 m

La température moyenne calculée du Mont Blanc est de -16° . Il suit de l'observation de Mr. Vallot que sous une couche de glace comprise entre 5,6 m et 7,6 m cette température est atteinte. Il nous aurait fallu un plus grand nombre d'observations plus rapprochées dans cette zone critique, attendu que l'année suivante en 1892 les températures de $-15,5^{\circ}$ se trouvent sous une hauteur de glace de 4,4 m et une température de $-16,5^{\circ}$ sous une hauteur de glace de 6,4 m.

Nous devons admettre que la glace fonctionne comme le sol pour la conductibilité thermique et qu'il y a en elle aussi une couche à température constante qui se trouve au voisinage de la surface.

C. Le degré géothermique à appliquer dans notre région. Jusqu'ici les observations ont montré une grande variabilité du degré géothermique. Si nous avons à en choisir un, nous prendrions parmi ceux des tunnels du Mont Cenis et du Gothard compris entre 46 m et 50 m en moyenne.

Mais il nous a paru plus exact d'employer à nos calculs les formules de Stapff, soit celles en fonction de la hauteur verticale de la surface au-dessus du point considéré, soit aussi celle en fonction de la plus courte distance de ce point au sol superficiel.

Je ne suis pas un admirateur des formules géo-

thermiques parce que établies dans une contrée et pour un cas particulier, elles manquent de la généralité nécessaire à ce genre d'application. Certainement il ne pourrait venir à l'idée de personne d'employer ici des formules telles que celles du Sperenberg ou de Schladebach; mais il semble assez logique qu'à la Jungfrau on applique les formules du Gothard si voisin.

Nous avons donc pris les deux formules suivantes

$T = t + \delta$ où ces lettres indiquent ce qui suit T = la température cherchée du point considéré
 t = la température moyenne de la surface prise verticalement sur le point considéré,
 $\delta = 0,02079 h$ où h égale la hauteur verticale du sol sur le point considéré.

On peut aussi exprimer δ en fonction de la plus courte distance du tunnel au sol, et la formule devient
 $\delta = 0,02159 n$ où n égale la plus courte distance.

Dans ce cas la température moyenne t disons t' est à prendre au point où la plus courte distance aboutit.

Comme qu'on fasse, cela revient à peu près à prendre un degré géothermique de 47 m environ. On voit donc qu'on ne s'écarte pas de ce qui est vraisemblable. Nos formules pourraient en somme s'écrire:

$$T = t + \frac{h}{47} \text{ où } h \text{ est la hauteur verticale}$$

$$T = t' + \frac{n}{47} \text{ où } n \text{ est la plus courte distance.}$$

Notre planche IV donne le tableau complet des chiffres issus de nos calculs savoir:

1. pour le calcul par $T = t - 0,02079 h$ on trouve les valeurs des températures (ligne 5 et courbe rouge pointillée) rapportées aux températures moyennes annuelles des cotes du terrain (ligne 7 et courbe noire pleine).

2. Pour le calcul par $T = t' - 0,02159z$ on trouve les températures du tunnel à la ligne 1. Elles sont rapportées à des températures moyennes de l'air aux points d'affleurement de la plus courte distance à la ligne 2. L'altitude du point d'affleurement est à la ligne 3, la longueur de la plus courte distance est à la ligne 4.

Enfin les courbes de températures du tunnel obtenue par ces deux moyens sont indiquées en rouge pointillé et en rouge plein dans le graphique. On peut aussi contrôler l'évaluation de la plus courte distance, ainsi que l'altitude de son affleurement dans la série de nos profils en travers de la planche III.

Nous avons ainsi justifié nos méthodes d'évaluation des températures, il convient d'en discuter les résultats. Ajoutons que les longueurs avec lesquelles nous avons à compter sont en mètres et que les températures sont en centigrades.

D. Conditions thermiques du tunnel. — Des deux courbes de températures du sol au niveau du tunnel, courbes exprimées planche IV en rouge, il convient, pensons nous, d'attribuer le plus d'importance à celle qui est calculée en fonction de la plus courte distance au sol parce que le tunnel, fort souvent, longe des parois de rochers à quelques mètres seulement sous le sol. C'est donc la courbe rouge pleine qui est la plus appropriée à nous renseigner. Nous avons établi l'autre pour comparaison et surtout pour éviter le reproche d'être incomplet. Du reste l'une et l'autre sont bien voisines. Il ressort au premier coup d'œil que dans la majeure partie du tunnel on aura une température *inférieure à zéro degré*. Les seules portions où les températures sont positives se trouvent :

du km 2 à 2,500 soit à l'entrée aval

du km 4,350 à 5,125 soit sous le massif de l'Eiger.

Aux autres points les températures sont négatives soit entre -2° et -6° jusqu'à la station Mönch sauf au voisinage immédiat des stations où la courbe descend rapidement en approchant du sol, et entre -6° et -10° entre la station Mönch et la station Jungfrauculm. Quels seront les effets de ces températures?

1. Effet sur la désagrégation du sol.
2. Effet sur les conditions de la construction.

1. Ces températures seront fixes et seront peu influencées par la circulation de l'air pendant l'exploitation. Par conséquent le sol restera gelé sur presque tout le parcours. Il ne s'y produira pas de phénomènes de gels et dégels successifs, donc les roches seront peu disloquées et échapperont ainsi aux causes habituelles et si puissantes de la désagrégation par gélivité. Ceci s'ajoutant à la résistance déjà extraordinaire des calcaires sera une garantie de plus en faveur de l'abandon d'un revêtement maçonné des tunnels.

Les courbes thermiques nous montrent trois points intéressants sur lesquels nous voulons éveiller l'attention dès maintenant, aux km 2,500, km 4,350 et km 5,125 points où la température est 0° et où le tunnel passe des températures positives aux négatives et vice-versa. En ces points il y aura des fluctuations journalières de la température à cause des courants d'air. Ces points seront exposés aux influences des gels et dégels successifs, par conséquent ils risquent de subir une désagrégation. Les fluctuations ne seront sans doute pas très élevées mais elles suffiront. Heureusement que ces points sont situés en plein massif du Hochgebirgskalk si résistant.

Aussi, avant de savoir si ces inconvénients signalés ici se réaliseront, il convient d'attendre le résultat de l'exploitation. Il se peut très bien que l'effort désagréateur soit minime et qu'alors une simple purge annuelle ou bisannuelle suffise à offrir toutes les garanties. Si contre notre attente le gel devait être plus actif, il suffirait de maçonner sur une centaine de mètres en chaque point pour être complètement à l'abri.

2. J'ai dit plus haut qu'il fallait également étudier l'influence de la température du sol sur les conditions de la construction.

Sur les 10,6 km du tunnel de la ligne Jungfrau, 1,2 km seulement aura une température supérieure à 0. Donc le sol sera ordinairement gelé. Cette constatation me paraît de la plus haute importance attendu que tous les travaux de maçonnerie qu'il y aurait à faire tant au tunnel que pour la pose de la voie, bâtiment etc. . . . devront être faits sur du roc gelé.

3. J'ai dit ailleurs qu'il fallait discuter l'effet de ces températures sur les touristes. Il va sans dire que les températures des tunnels seront combattues par le chauffage des voitures. Mais il s'agit ici des températures estivales des régions à visiter et qui seront:

à l' Eiger	— 4,3°	moyenne d'été
à la <i>station</i> Eiger	— 0,1°	„ „
au Mönch	— 5,8°	„ „
à la <i>station</i> Mönch	— 3,4°	„ „
à la Jungfrau	— 5,8°	„ „

Il n'y aurait pas lieu pour les touristes de les craindre car elles seront contrebalancées par l'effet de l'insolation si connue des habitués de la haute montagne.

Si l'air est plus frais sur les sommets, le soleil y est plus chaud et l'ardeur de cet astre est un heureux compensateur. Du reste quiconque a déjà escaladé les grandes cimes glacées de nos montagnes sait combien en été leur climat est agréable et tonifiant, jamais meurtrier.

CHAPITRE VII.

Des venues d'eau.

Dans ces conditions de basses températures, avec un sol presque partout gelé il n'y aura pas d'eau dans le tunnel, et par conséquent aucune raison pour qu'il en vienne. Nous avons dit qu'il n'y avait de température supérieure à 0° qu'à l'entrée du tunnel sur le premier demi kilomètre, ainsi qu'entre les km 4,350 et 5,125 dans la traversée sous l'Eiger. La voie en ces points sera dans les calcaires, ceux-ci en raison de leurs fissurations peuvent laisser passer facilement l'eau. Mais il est peu probable qu'il y en ait en abondance, étant donné le sol gelé au-dessus. Nous sommes du reste sans renseignements sur le fonctionnement de l'eau souterraine dans ces conditions. Le passage sous l'Eiger n'est pas long, il n'y aura donc jamais un bien gros inconvénient.

CHAPITRE VIII.

Ventilation des tunnels.

Il y a un problème qui doit être résolu ici encore et qui est la suite naturelle de notre étude de la géothermie des tunnels, c'est celui de leur ventilation. Non pas leur ventilation durant leur construction, mais leur ventilation après, lorsque la voie sera en exploitation. Nos cinq tronçons de tunnels seront pour ainsi dire 5 cheminées à embouchures distinctes et qui auront à leur deux extrémités de l'air avec des températures fort inégales, il s'y produira des courants d'airs d'une certaine vitesse. Nos tunnels représenteront des cheminées inclinées; l'une des extrémités, celle d'en haut, aura de l'air froid, l'autre, en bas, un air un peu plus chaud.

L'air se refroidira encore ou se réchauffera au contact des parois et la vitesse sera accélérée ou retardée suivant les points. Enfin les wagons montants constitueront des étranglements qui forceront l'air à s'écouler de côté et il en résultera pour les wagons une résistance à vaincre qui devra être calculée.

Voici les chiffres donnant les vitesses moyennes des courants d'air dans leurs cheminées et leur direction. Ces chiffres ne seront peut-être jamais réalisés, car pour les calculs on a pris la température *moyenne* de l'air aux deux têtes, moyenne estivale c'est à-dire en temps d'exploitation. Si c'est avec des températures moyennes que le calcul est établi c'est évidemment pour en avoir une appréciation seulement et non une valeur précise.

Les résultats sont des suivants:

	Vitesse du courant d'air par seconde.
Tunnel Eigergletscher-Grindelwald- galerie	6 m 30 ascendant.
„ Grindelwald - Galerie - Eiger- station	12 „ 20 „
„ Eigerstation-Mönchstation .	8 „ „
„ Mönchstation-Jungfrauoch .	5 „ 43 „
„ Jungfrauoch-Jungfrauculm .	13 „ 50 „

Ces valeurs moyennes sont en outre celles de l'état de régime.

CHAPITRE IX.

Des condensations dans les tunnels.

Il va sans dire que les courants d'air ascendants dont nous venons de parler amèneront dans les tunnels de l'air marchant d'une région chaude à une région plus froide, et conséquemment de l'air humide vers des régions où il l'est moins. Cet air relativement chaud et humide se refroidira au contact des parois du tunnel et déposera son humidité en partie, il se fera donc sur les parois du tunnel et sur les objets qui y seront, un dépôt de vapeur d'eau qui se congèlera.

Cette condensation sera inégale puisque les températures varient d'un point à l'autre de chaque tunnel; abondante en un point elle pourra devenir nulle en un autre. Non seulement la chaleur de l'air initial inférieur

aura son influence, mais la vitesse du courant d'air ascendant.

Nos données sur la géothermie du tunnel et sur la vitesse probable des courants d'air, à l'état de régime, permettent d'évaluer la quantité de cette condensation pendant une période voulue. Nous désirons ici seulement rendre attentif à une erreur qui pourrait facilement être commise par des personnes peu au courant des conditions de la montagne. L'air au voisinage des glaciers est extrêmement sec, la glace étant très hygroscopique. Ceci est de connaissance vulgaire aujourd'hui. Donc la teneur en humidité de l'air ne doit pas être évaluée d'après les coefficients de la plaine. Les chiffres à prendre ici doivent être cherchés dans les travaux de MM. les prof. DUFOUR et FOREL⁽¹⁾ sur la condensation de la vapeur d'eau à la surface des glaciers. Ces études faites au glacier du RHONE donnent de bonnes dates pour ces calculs.

CHAPITRE X.

Des stations.

Les stations du chemin de fer de la Jungfrau doivent être de deux types.

1. Des stations ordinaires, en plein air et dans le genre des stations des lignes de montagnes telles que

⁽¹⁾ Bulletin Société vaudoise des Sciences naturelles, Vol. X No. 64.

le Righi, le Pilate etc. . . . Nous appelons ce genre du nom de *stations* proprement dites.

2. Des stations en plein roc qui sont à fleur de la paroi, vastes tunnels taillés dans la roche elle-même et s'ouvrant sur le dehors par une série d'arcades. Nous les appellerons des *galeries*.

Ces définitions une fois posées voici quelques réflexions au sujet des stations prévues.

I. *Station Eigergletscher*. Cette station est bien fixée où elle est et du reste son emplacement est déterminé par une étude de détail d'autre part.

II. *Station Grindelwaldgalerie*. Elle doit être du type des galeries et pourra être placée n'importe où le long du parcours du tracé sur le flanc de l'Eiger, c'est l'étude définitive de détail qui nous permettra de juger en dernier ressort.

III. *Station Eiger*. Cette station doit être du type des galeries et ne peut pas être autrement, la paroi S de l'Eiger étant à pic du sommet jusqu'à la glace. Elle peut être maintenue au voisinage du point où elle est prévue dans l'avant-projet mais à 50 m plus haut afin d'être au-dessus du Kallifirn à une altitude suffisante pour l'avenir.

IV. *Station Mönch*. Cette halte sera du type station et pourra avoir un fort développement. Elle est à établir sur une esplanade au pied du Mönch où on peut s'étendre sur 150 m de long et sur 60—80 m de large au moins. Elle sera à l'altitude moyenne de 3660 m. Cette station sera le siège d'un très grand mouvement de touriste. Placée sur une remarquable esplanade au pied du Mönch, au centre d'un panorama remarquable, elle permettra en outre au touriste de descendre facilement sur les immenses champs de neige

du Jungfraufirn et de l'Ewigschneefeld et d'y faire de superbes courses. Entr'autre de descendre sur le Valais par le grand glacier d'Aletsch. Ce sera le principal rendez-vous des touristes du chemin de fer de la Jungfrau.

V. *Stations Jungfraujoek*. En ce col, *deux galeries* vont s'ouvrir l'une sur le versant valaisan et l'autre sur le versant bernois. Celle qui viendra sur le versant valaisan doit déboucher dans les rochers du col au km 10 (nouveau tracé). Celle du versant bernois vient sortir quelque part dans la Guggiwand en un point que l'étude topographique ultérieure révèlera.

VI. *Station Jungfrauculm*. Elle sortira dans les rochers qui sont au voisinage du sommet, où l'on pourra créer une esplanade suffisante pour y placer le débouché de l'ascenseur qui doit terminer ce tracé.

Telles sont en résumé les considérations que nous avons à établir au sujet du chemin de fer projeté de la Jungfrau. Le problème se pose tout autrement que pour d'autres projets. Il va sans dire que nous n'avons pas épuisé le sujet et que nous aurons lieu de résoudre encore bien d'autres questions par la suite.

Du reste nous sommes tout disposé à répondre, dans la mesure de ce que nous en savons, aux demandes que les intéressés auraient à nous poser et pour la solution desquelles les renseignements publiés ici ne suffisent pas.

Lausanne, Mars 1896.

H. GOLLIEZ.

TABLE DES MATIÈRES.

	page
Préface	3
CHAPITRE I. Les terrains et leur nature	5
A. Complexe des schistes argileux noirs noduleux	5
B. " des calcaires dit du Hochgebirgskalk	6
C. " des schistes cristallins	7
CHAPITRE II. Valeur des terrains pour la construction	9
A. Schistes noirs	10
B. Calcaires du Hochgebirgskalk	10
C. Schistes cristallins	11
D. Considérations générales sur la désagrégation dans le tunnel	12
CHAPITRE III. Structure géologique de la chaîne	13
CHAPITRE IV. Examen des divers parties du tracé	14
A. Du km 0—km 2, Petite Scheidegg-Eigergletscher	14
B. Du km 2—km 5,6, Eigergletscher-Eigerstation	15
C. Du km 5,6—km 8, Eigerstation-Mönchjoch	15
D. Du km 8—km 10,2, Mönchjoch-Jungfrauoch	15
E. Du km 10,2—km 12,710, Jungfrauoch-Jungfrauculm	16
CHAPITRE V. Neige et glaciers	16
CHAPITRE VI. Température du roc du tunnel	17
A. Température de l'air, moyenne annuelle	17
B. Profondeur de la couche à température constante	20
C. Degré géothermique à appliquer dans notre région	21
D. Conditions thermiques du tunnel	23
CHAPITRE VII. Des venues d'eau	26
CHAPITRE VIII. Ventilation des tunnels	27
CHAPITRE IX. Des condensations dans les tunnels	28
CHAPITRE X. Des stations	29

ILLUSTRATIONS.

Planche I. Carte du tracé.
" II. Profil géologique de long de l'axe du tracé.
" III. Profils en travers.
" IV. Courbes de l'allure des températures.
" V. Panorama du tracé, versant N W.
" VI. " " " Eiger et Mönch versant S E.
" VII. " " " vue prise du sommet de la Jungfrau.
" VIII. " " " passage du col de la Jungfrau.



TF 230 .G62

Chemin de fer de la Jungfrau,

Stanford University Libraries



3 6105 041 653 184